

*Pengaruh Panjang Penyaluran Baja Tulangan Pada Beton Terhadap Kuat Lekatnya***PENGARUH PANJANG PENYALURAN BAJA TULANGAN PADA BETON TERHADAP KUAT LEKATNYA****Nahdia Bayu Pamungkas**Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
Enbepe14@gmail.com**Abstrak**

Salah faktor dalam perencanaan pembuatan beton bertulang yang harus diperhatikan adalah panjang penyaluran baja tulangan. Panjang penyaluran adalah panjang penanaman baja tulangan yang diperlukan untuk mengembangkan tegangan leleh pada baja tulangan yang merupakan fungsi dari tegangan luluh baja, diameter tulangan dan tegangan lekat. Panjang penyaluran menentukan tahanan terhadap tercabutnya baja tulangan dari penanamannya kedalam beton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh panjang penyaluran terhadap kuat lekat baja tulangan terhadap beton. Pada penelitian ini digunakan 24 buah benda uji kuat lekat yang berupa beton T dengan dimensi atas 100 mm x 100 mm, tinggi 350 mm dan dimensi bawah 100 mm x 300, tinggi 150 mm.

Pada bagian tengah penampang benda uji ditanam baja tulangan ulir berdiameter 9,29 mm dan baja tulangan polos berdiameter 8,5 mm, dengan variasi panjang penyaluran baja tulangan. Variasi panjang penyaluran yang digunakan adalah: 100 mm, 150 mm, 200 mm, dan 250 mm. Jumlah benda uji untuk masing-masing variasi panjang penyaluran sebanyak tiga buah. Pengujian kuat lekat dilakukan dengan cara menempatkan benda uji beton T pada alat UTM (Universal Testing Machine), batang tulangan yang tertanam pada beton ditarik sampai tercabut. Hasil pengujian yang berupa data beban lekat maksimum. Dari hasil penelitian ini didapat kuat tekan rata-rata silinder beton sebesar 21,24 MPa. Tegangan luluh rata-rata tulangan D10 sebesar 430,66 MPa, dan tegangan luluh rata-rata tulangan polos Ø 10 mm sebesar 404,06 MPa. Peningkatan panjang penyaluran dari 100 mm, 150 mm, 200 mm, hingga 250 mm, meningkatkan kemampuan benda uji untuk menahan beban lekat.

Nilai beban lekat serta tegangan lekat rata-rata yang dihasilkan baja tulangan ulir, nilainya lebih besar jika dibandingkan dengan nilai beban lekat rata-rata yang dihasilkan oleh baja tulangan polos. Tegangan lekat yang dihasilkan baja tulangan sejenis, besarnya relatif sama meski dengan panjang penyaluran yang berbeda, karena besar beban lekat berbanding lurus dengan luas permukaan baja yang tertanam dalam beton. Kegagalan pada uji kuat lekat dapat berupa baja tulangan tercabut dan beton utuh, atau tulangan tercabut dan beton terbelah.

Kata kunci : panjang penyaluran, kuat lekat.

**Abstract**

One of the factors in planning the manufacture of reinforced concrete that must be considered is the length distribution of reinforcing steel. Long-term investment portfolio is reinforcing steel required to develop the yield stress in the steel reinforcement is a function of the yield stress of steel, reinforcement diameter and voltage closely. Length distribution to determine custody of the dispossession of planting rebars into concrete. The purpose of this study was to determine the effect of the length distribution of bond strength to concrete reinforcing steel. In this study used 24 buah benda adhesion strength test in the form of concrete T with dimensions of 100 mm x 100 mm, 350 mm and a height dimension less than 100 mm x 300, height 150 mm.

At the center of the cross section of the specimen implanted steel screw diameter and 9.29 mm diameter plain steel 8.5 mm, with a variation in the length distribution of reinforcing steel. Variation in the length distribution used is: 100 mm, 150 mm, 200 mm, and 250 mm. Number of specimens for each variation in the length distribution of three pieces. Bond strength testing is done by placing the specimen on a concrete T UTM appliance (Universal Testing Machine), reinforcing rods in the concrete pulled up yang tertanam uprooted. The test results were obtained in the form of the data load is then calculated maximum adhesion bond strength. From the results of this study obtained an average compressive strength of concrete cylinders of 21.24 MPa. Average yield stress of 430.66 MPa reinforcement D10, and the average yield stress of reinforcing plain Ø 10 mm at 404.06 MPa. Increasing the length distribution of 100 mm, 150 mm, 200 mm, and 250 mm, improve the ability to withstand the test object attached load.

Rated load voltage is closely attached and the resulting average steel screw, its value is greater than the value of the average sticky load generated by the plain steel. The resulting tension rebars closely similar, although the magnitude is relatively equal distribution of different length, because of the burden attached directly proportional to the surface area of the steel embedded in concrete. Failure in adhesion strength test can be uprooted and concrete reinforcing steel intact, or reinforced concrete uprooted and split.

Keywords: length distribution, bond strength.

## PENDAHULUAN

Beton banyak digunakan sebagai bahan bangunan karena harganya relatif murah, kuat tekannya tinggi, dapat dibuat sesuai dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan, dapat dikombinasikan dengan baja tulangan, dan masih banyak lagi kelebihan-kelebihan yang lain. Beton mempunyai kekuatan yang besar dalam menahan gaya tekan (*compression*), tetapi lemah dalam menahan gaya tarik. Bagian beton yang menahan gaya tarik diperkuat atau digantikan oleh baja tulangan.

Salah satu dasar anggapan yang digunakan dalam perencanaan dan analisis struktur beton bertulang adalah lekatan diantara batang baja tulangan dengan beton yang mengelilinginya berlangsung sempurna tanpa terjadi selip atau pergeseran. Berdasarkan atas anggapan tersebut maka pada waktu komponen struktur beton bertulang bekerja menahan beban akan timbul tegangan lekat pada persingungan dipermukaan baja tulangan dengan beton.

Tulangan polos dapat terlepas dari beton karena terbelah di arah memanjang bila adhesi atau perlawanan gesek cukup tinggi, atau dapat terlepas keluar dengan meninggalkan lobang bulat di dalam beton untuk adhesi dan tahanan gesek yang rendah. Batang tulangan berprofil direncanakan untuk merubah pola perilaku dan memperkecil andalan atas gesekan dan adhesi, dan lebih mengandalkan tahanan dari gerigi terhadap beton. Keruntuhan lekatan (*bond failure*) tulangan berprofil di dalam beton berbobot normal hampir selalu merupakan keruntuhan akibat terbelahnya beton. Pada pola keruntuhan pembelahan ini, beton terbelah menjadi dua atau tiga bagian karena aksi baji (*wedging*) dari gerigi terhadap beton (Wang, 1993).

Salah satu persyaratan dalam perancangan beton bertulang yang harus diperhatikan adalah panjang penyaluran tulangan. Menurut Dipohusodo (1994), panjang penyaluran adalah panjang penambatan yang diperlukan untuk mengembangkan tegangan luluh pada tulangan yang merupakan fungsi dari tegangan luluh baja ( $f_y$ ), diameter tulangan, dan tegangan lekat. Panjang penyaluran menentukan tahanan terhadap tergelincirnya tulangan.

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat dirumuskan bahwa tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh panjang penyaluran terhadap kuat lekat baja tulangan dengan beton.

Kuat lekat adalah kemampuan baja tulangan dan beton yang menyelimuti dalam menahan gaya-gaya dari luar ataupun faktor lain yang dapat menyebabkan lepasnya lekatan antara baja tulangan dan beton (Winter, 1993). Berdasarkan SKSNI T15-1991-03 tegangan lekat dihitung dengan rumus sebagai berikut ini.

$$P = l_d \cdot \pi \cdot d_b \cdot \sigma_{lk} \quad (1)$$

$$\sigma_{lk} = \frac{P}{l_d \cdot \pi \cdot d_b} \quad (2)$$

Keterangan,  $P$  = Beban (N)

$l_d$  = Panjang penyaluran (mm)

$d_b$  = Diameter nominal (mm)

$\sigma_{lk}$  = Tegangan lekat (Mpa)

Menurut Nawy (1986) kuat lekatan antara baja tulangan dan beton yang bergantung pada faktor-faktor utama sebagai berikut :

1. Adhesi antara elemen beton dan bahan penguatnya (tulangan baja).
2. Efek *gripping* (memegang) sebagai akibat dari susut pengeringan beton disekeliling tulangan dan saling geser antara tulangan dengan beton di sekelilingnya.
3. Tahanan gesek (friksi) terhadap gelincir dan saling mengunci pada saat elemen penguat atau tulangan mengalami tarik.
4. Efek kualitas beton dan kekuatan tarik juga tekannya.
5. Efek mekanis penjangkaran ujung tulangan.
6. Diameter dan bentuk tulangan.

Kuat lekat antara beton dan baja tulangan akan berkurang apabila mendapat tegangan yang tinggi karena pada beton terjadi retak-retak. Hal ini apabila terus berlanjut akan dapat mengakibatkan retakan yang terjadi pada beton menjadi lebih lebar dan biasanya bersamaan dengan itu akan terjadi defleksi pada balok. Dalam hal ini fungsi dari beton bertulang menjadi hilang karena baja tulangan telah terlepas dari beton. Meskipun demikian, penggelinciran yang terjadi antara baja tulangan dan beton disekelilingnya kadang tidak mengakibatkan keruntuhan balok secara menyeluruh karena ujung-ujung baja tulangan masih berjangkar dengan kuat.



Gambar 1. Panjang penjangkaran baja tulangan pada struktur.

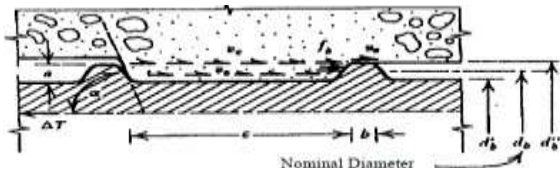
Menurut Kemp (1986), distribusi tegangan lekat sepanjang tulangan ulir lebih rumit dan kompleks. Tegangan lekat antara sepanjang tulangan dan beton akan terjadi pada dua tonjolan. Baja ulir dapat meningkatkan kapasitas lekatan karena penguncian dua ulir dan beton di

sekelilingnya. Gaya tarik yang diatahan oleh tulangan dipindahkan ke beton melalui tonjolan. Tegangan lekat yang terjadi diantara dua ulir adalah gabungan dari beberapa tegangan di bawah ini :

1. Tegangan lekat dari adhesi di sepanjang permukaan baja tulangan.
2. Tegangan lekat permukaan.
3. Tegangan lekat yang bekerja di permukaan beton silinder yang berbatasan dengan baja tulangan ulir.

Hubungan antara tegangan dan gaya dapat dilihat dari rumus :

$$\Delta T = \pi \cdot d'_b (b+c) \cdot v_a + \pi \frac{d''^2_b - d'^2_b}{4} f_b \approx \pi \cdot d''_b \cdot c \cdot v_c \quad (3)$$

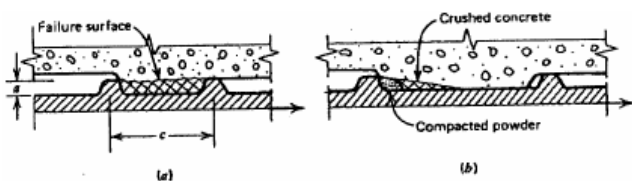


Gambar 2. Tegangan pada baja tulangan ulir

Tegangan lekat yang dihasilkan dari adhesi di sepanjang permukaan baja tulangan sangat kecil dibandingkan dengan tegangan lekat permukaan yang mengelilingi ulir. Oleh karena itu,  $v_a$  dapat diabaikan untuk tujuan praktis. Hubungan antara dua komponen penting tegangan lekat,  $f_b$  dan  $v_c$  dapat disederhanakan sebagai berikut :

1. Karena  $b \approx 0,1 c$
2. Karena  $a \approx 0,05 d'_b$ , luas permukaan dari salah satu ulir adalah :

$$\pi \frac{d''^2_b - d'^2_b}{4} \approx \pi \cdot d_b \cdot a \quad (4)$$



Gambar 3. Mekanisme kerusakan antara baja tulangan ulir dan beton

Keterangan gambar:

1. Untuk gambar 2.2 (a)  $\rightarrow a/c > 0,15$
2. Untuk gambar 2.2 (b)  $\rightarrow a/c < 0,10$

Dari gambar 2.2 didapat rumus:

$$P = \pi \cdot d_b \cdot a \cdot f_b \approx \pi \cdot d_b \cdot c \cdot v_c \quad (5)$$

$$f_b = \frac{P}{\pi \cdot d_b \cdot a} \quad (6)$$

$$v_c = \frac{a}{c} \times f_b \quad (7)$$

Maka :

$$\sigma_{lk} BU = \frac{\left( \frac{P}{(\pi \times d_b \times a)} \times \frac{a}{c} \right)}{\left( \frac{l_d}{c_p} \right)} \quad (8)$$

Keterangan :

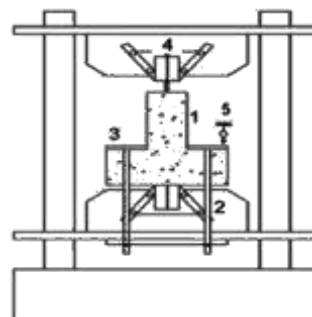
- $f_b$  : Tegangan lekat pada ulir (MPa)
- $V_a$  : Tegangan lekat permukaan (Mpa)
- $V_c$  : Tegangan lekat baja per ulir (Mpa)
- $\sigma_{lk} BU$  : Tegangan lekat baja ulir (MPa)
- $P$  : Beban (N)
- $d_b$  : Diameter nominal (mm)
- $a$  : Jarak puncak ulir dan tulangan (mm)
- $b$  : Lebar ulir (mm)
- $c$  : Jarak antar ulir (mm)
- $l_d$  : Panjang penyaluran tulangan (mm)
- $c_p$  : Jarak antar puncak ulir (mm)

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan dengan cara membandingkan kuat lekat yang terjadi diantara beton dan baja tulangan yang ditanam dengan berbagai variasi panjang penyaluran 100 mm, 150 mm, 200 mm dan 250 mm.

Baja tulangan ulir D10 mm dan baja tulangan polos Ø10 mm masing-masing ditanam kedalam beton dengan variasi kedalaman 100 mm, 150 mm, 200 mm dan 250 mm dan pada bagian atas dilebihkan 15 cm untuk dijepit pada saat pengujian tarik (*pull out*). Pada masing-masing variasi panjang penyaluran menggunakan 3 buah benda uji kuat lekat, ditambah 3 buah benda uji silinder beton untuk pengujian kuat tekan.

Pengujian dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari dengan alat *Universal Testing Machine* dengan kapasitas pengujian maksimal sebesar 600 KN, yang ada di laboratorium bahan dan beton Teknik Sipil Unesa.



Keterangan gambar :

- No. 1 : Benda uji kuat lekat
- No. 2 : Besi penahan benda uji
- No. 3 : Pelat besi penahan benda uji
- No. 4 : Penjepitan baja tulangan
- No. 5 : Dial gauge

Gambar 4. Set up pengujian kuat lekat

Metode analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif, yaitu pengukuran hasil uji coba dalam bentuk grafik, tabel, dan gambar meliputi:

1. Kuat tekan silinder beton.
2. Kuat tarik baja tulangan.
3. Beban lekat teoritik.

- Pengaruh panjang penyaluran baja tulangan terhadap beban lekat.
- Pengaruh panjang penyaluran baja tulangan terhadap kuat lekat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan saat beton telah berumur 28 hari dengan menggunakan alat uji tekan beton. Hasil dari pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil pengujian kuat tekan beton

No.	P maks (kN)	A (mm <sup>2</sup> )	$f'_c = P/A$ (Mpa)	$\sigma$ rata-rata (Mpa)	$f_{ct} \approx 9\% \text{ s/d } 15\% \times f'_c$ (Mpa)
1	373,94	17662,5	21,17	21,24	1,91 - 3,19
2	369,42	17662,5	20,92		
3	382,26	17662,5	21,64		

Dari tabel terlihat adanya variasi kuat tekan beton yaitu sebesar 20,93 Mpa, 21,17 Mpa dan 21,64 MPa. Setelah seluruh nilai kuat tekan dirata-rata, didapatkan kuat tekan rata-rata beton sebesar 21,24 MPa, nilai kuat tekan ini lebih besar bila dibandingkan dengan kuat tekan yang direncanakan, yaitu sebesar 20 MPa. Sedangkan nilai kuat tarik belahnya berkisar 1,91 MPa sampai dengan 3,19 MPa.

### B. Pengujian Kuat Tarik Baja

Pengujian kuat tarik baja ini dilakukan untuk mengetahui nilai tegangan baja pada saat mengalami kondisi leleh dan pada saat maksimum. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*). Hasil pengujian kuat tarik baja dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Kuat tarik rata-rata baja tulangan

No	Benda uji Baja	Ø (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	Beban Leleh (kN)	Beban Maks (kN)	Teg. Leleh (Mpa)	Teg. Maks (Mpa)
1	BJTD 1	9,29	67,68	29	40	428,51	591,05
2	BJTD 2	9,29	67,68	29,5	40,5	435,90	598,44
3	BJTD 3	9,29	67,68	29	40	428,51	591,05
Rata-rata baja tulangan ulir						430,98	593,52
1	BJTP 1	8,50	56,72	23	29,5	405,53	520,13
2	BJTP 2	8,50	56,72	23,5	30	414,34	528,95
3	BJTP 3	8,50	56,72	22,25	30,5	392,30	537,76
Rata-rata baja tulangan polos						404,06	528,95

Berdasarkan tabel 2 diketahui bahwa baja tulangan ulir memiliki nilai tegangan leleh dan tegangan maksimum lebih besar daripada nilai tegangan yang dimiliki baja

tulangan polos. Dari nilai rata-rata tegangan leleh masing-masing baja tulangan, dapat diketahui mutu baja tulangan ulir ( $f_y$ ) sebesar 430,98 Mpa dan mutu baja tulangan polos ( $f_y$ ) sebesar 404,06 Mpa.

### C. Pengujian Kuat Lekat Baja Tulangan dan Beton

#### 1. Pengujian kuat lekat baja tulangan ulir D10 mm

Dari pengujian kuat lekat baja tulangan ulir didapatkan nilai beban lekat maksimum dan kuat lekat rata-rata antara baja tulangan ulir dan beton dengan variasi panjang penyaluran, seperti dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 3. Beban dan kuat lekat rata-rata baja tulangan ulir

Panjang Penyaluran (mm)	Nama Benda Uji	Beban lekat maks (kN)	Beban lekat maks rata-rata (kN)	Kuat Lekat (MPa)	Kuat Lekat Rata-rata (Mpa)
100	BU 100 mm 1	11,5	11,58	5,22	5,63
	BU 100 mm 2	12,5		6,07	
	BU 100 mm 3	10,75		5,59	
150	BU 150 mm 1	17,5	17,67	5,67	5,72
	BU 150 mm 2	18,5		5,99	
	BU 150 mm 3	17		5,51	
200	BU 200 mm 1	22,75	22,92	5,53	5,57
	BU 200 mm 2	24		5,83	
	BU 200 mm 3	22		5,35	
250	BU 250 mm 1	28	28,92	5,44	5,62
	BU 250 mm 2	31		6,03	
	BU 250 mm 3	27,75		5,39	

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa peningkatan panjang penyaluran baja tulangan mengakibatkan peningkatan nilai beban lekat yang terjadi pada saat pengujian. Besarnya peningkatan nilai beban lekat berturut-turut adalah sebesar 6,09 kN dari panjang penyaluran 100 mm ke 150 mm, 5,25 kN dari panjang penyaluran 150 mm ke 200 mm dan sebesar 6,00 kN dari panjang penyaluran 200 mm ke 250 mm. Akan tetapi untuk nilai tegangan lekat yang terjadi besarnya relatif sama untuk semua variasi panjang penyaluran, nilainya berkisar antara 5,57 MPa sampai dengan 5,72 MPa.

#### 2. Pengujian kuat lekat baja tulangan polos Ø10 mm

Dari pengujian kuat lekat baja tulangan polos didapatkan nilai beban lekat maksimum dan kuat lekat rata-rata antara baja tulangan ulir dan beton dengan variasi panjang penyaluran, seperti dapat dilihat pada tabel berikut ini :



Tabel 4. Beban dan kuat lekat rata-rata baja tulangan polos

Panjang Penyaluran (mm)	Nama Benda Uji	Beban lekat maks (kN)	Beban lekat maks rata-rata (kN)	Kuat Lekat (MPa)	Kuat Lekat Rata-rata (Mpa)
100	BP 100 mm 1	7,75	7,88	2,90	2,90
	BP 100 mm 2	8		3,00	
	BP 100 mm 3	7,5		2,81	
150	BP 150 mm 1	12	12,33	3,00	3,08
	BP 150 mm 2	13,5		3,37	
	BP 150 mm 3	11,5		2,87	
200	BP 200 mm 1	15,5	15,83	2,90	2,96
	BP 200 mm 2	17		3,18	
	BP 200 mm 3	15		2,81	
250	BP 250 mm 1	22,25	20,92	3,33	3,13
	BP 250 mm 2	21,25		3,18	
	BP 250 mm 3	19,25		2,88	

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa peningkatan panjang penyaluran baja tulangan mengakibatkan peningkatan nilai beban lekat yang terjadi pada saat pengujian. Besarnya peningkatan nilai beban lekat berturut-turut adalah sebesar 4,45 kN dari panjang penyaluran 100 mm ke 150 mm, 3,5 kN dari panjang penyaluran 150 mm ke 200 mm dan sebesar 5,09 kN dari panjang penyaluran 200 mm ke 250 mm. Akan tetapi untuk nilai tegangan lekat yang terjadi besarnya juga relatif sama untuk semua variasi panjang penyaluran, nilainya berkisar antara 2,90 MPa sampai dengan 3,13 MPa.

#### D. Perhitungan Beban Lekat Teoritik

Besarnya nilai beban lekat teoritik antara baja tulangan (ulir dan polos) dengan beton dari hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5. Tabel perhitungan beban lekat teoritik

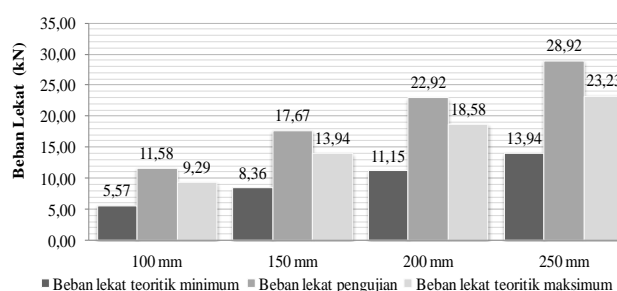
Jenis Benda uji	Diameter nominal baja (mm)	Panjang penyaluran (mm)	Beban lekat teoritik	
			minimum (kN)	maksimum (kN)
Baja tulangan ulir	9,28 mm	100	5,57	9,29
		150	8,36	13,94
		200	11,15	18,58
		250	13,94	23,22
Baja tulangan polos	8,5 mm	100	5,1	8,5
		150	7,65	12,76
		200	10,21	17,01
		250	12,76	21,26

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa peningkatan panjang penyaluran baja tulangan mengakibatkan peningkatan nilai beban lekat yang terjadi pada saat pengujian. Besarnya peningkatan nilai beban lekat teoritik minimum adalah sebesar 2,79 kN dan besar peningkatan nilai beban lekat teoritik maksimum sebesar 4,64 kN untuk setiap peningkatan panjang penyaluran.

#### E. Perhitungan Beban Lekat Teoritik

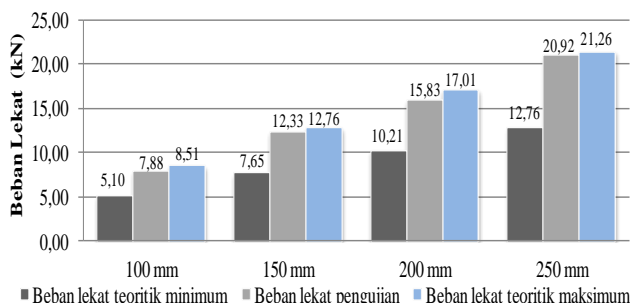
##### 1. Berdasarkan nilai beban lekat maksimum

Berdasarkan data-data yang diperoleh dari pengujian diatas, dapat diketahui bahwa besarnya perbandingan nilai beban lekat maksimum rata-ratanya dapat dilihat pada diagram perbandingan sebagai berikut.



Gambar 5. Diagram perbandingan beban lekat pengujian dengan beban lekat teoritik pada benda uji tulangan ulir

Sedangkan untuk diagram perbandingan nilai beban lekat untuk benda uji dengan baja tulangan polos dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 6. Diagram perbandingan beban lekat pengujian dengan beban lekat teoritik pada benda uji tulangan polos

Dari kedua diagram perbandingan diatas, dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan besar nilai beban maksimal rata-rata pada setiap jenis benda uji. Peningkatan nilai beban lekat terjadi pada setiap perbedaan nilai panjang penyalurannya, hal ini dikarenakan semakin luasnya bidang permukaan baja tulangan yang tertanam dalam beton.

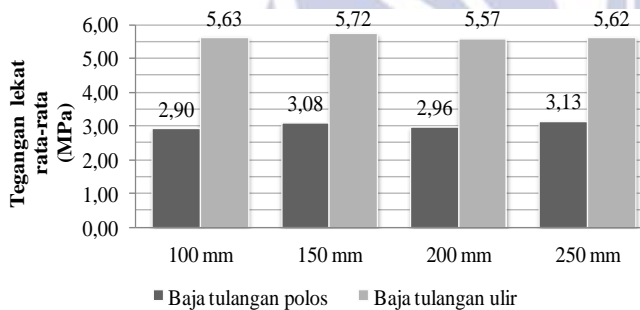
Dan juga dapat dilihat bahwa beban lekat maksimum yang dialami benda uji kuat lekat

dengan baja tulangan ulir mempunyai nilai lebih besar dari beban lekat teoritik minimum maupun beban lekat teoritik maksimum untuk semua variasi panjang penyaluran. Sedangkan beban lekat maksimum yang dialami benda uji kuat lekat dengan baja tulangan polos untuk semua variasi panjang penyaluran mempunyai nilai lebih kecil dari beban lekat teoritik maksimum, akan tetapi nilainya masih lebih besar dari beban lekat teoritik minimum.

Akan tetapi nilai beban lekat yang didapat dari baja tulangan ulir nilainya lebih besar jika dibandingkan dengan nilai beban lekat yang didapat dari baja tulangan polos, hal ini disebabkan oleh perbedaan bentuk masing-masing permukaannya.

## 2. Berdasarkan tegangan lekat maksimum

Perbandingan besar tegangan lekat maksimum pada masing-masing jenis benda uji kuat lekat, dapat dilihat pada diagram perbandingan sebagai berikut.



Gambar 7. Tegangan lekat rata-rata

Dari gambar dapat diketahui bahwa tegangan lekat rata-rata benda uji dengan baja tulangan sejenis besarnya relatif sama meskipun dengan panjang penyaluran yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan karena besarnya beban yang dapat diterima oleh lekatan baja tulangan dengan beton, berbanding lurus dengan luas bidang permukaan baja tulangan yang diselimuti beton. Jadi semakin luas bidang permukaan baja tulangan yang diselimuti oleh beton, semakin besar pula beban lekat yang terjadi, sehingga kuat lekat yang dihasilkan besarnya relatif sama. Akan tetapi nilai tegangan lekat yang dihasilkan oleh baja tulangan ulir nilainya lebih besar dari pada nilai tegangan lekat yang dihasilkan oleh baja tulangan polos pada kedalaman penyaluran yang sama.

Nilai tegangan lekat rata-rata yang dihasilkan oleh baja tulangan ulir Berdasarkan diagram perbandingan di atas adalah berkisar antara 5,57

MPa sampai dengan 5,72 MPa. Besar nilai tegangan lekat rata-rata ini melebihi tegangan tarik belah minimum beton sebesar 1,91 MPa dan tegangan tarik belah maksimum beton sebesar 3,19 MPa, akan tetapi nilai tegangan lekat rata-rata ini masih lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai kuat tarik rata-rata baja tulangan ulir yang sebesar 430,98 MPa. Sehingga pada saat terjadi tegangan lekat maksimal diantara baja tulangan dan beton, hanya beton saja yang mengalami kerusakan sedangkan baja tulangan ulir tetap utuh.

Sedangkan untuk nilai tegangan lekat rata-rata yang dihasilkan oleh baja tulangan polos dengan beton besarnya berkisar antara 2,90 MPa sampai dengan 3,13 MPa. Nilai tegangan lekat ini melebihi nilai tegangan tarik belah minimal beton yaitu 1,91 MPa, tetapi kurang dari nilai tegangan tarik belah maksimal beton sebesar 3,19 MPa. Selain itu nilai tegangan lekat baja tulangan polos juga lebih kecil dari nilai tegangan tarik baja tulangan polos sebesar 404,06 MPa. Sehingga pada saat terjadi tegangan lekat maksimal, beton hanya mengalami retak-retak halus sedangkan baja tulangan tetap utuh. Hal ini disebabkan karena lekatan baja tulangan polos dengan beton hanya terjadi selip pada permukaan masing-masing, sehingga tidak sampai menimbulkan kerusakan yang berarti pada beton.

## F. Perhitungan panjang penyaluran baja tulangan ulir berdasarkan SKSNI 03-2847-2002 dengan data hasil pengujian.

Berdasarkan panjang penyaluran yang disyaratkan dalam SKSNI 03-2847-2002 pasal 14 ayat 2 yang dihitung dengan data-data hasil pengujian, didapatkan nilai panjang penyaluran sebesar 416,74 mm, nilai panjang penyaluran ini jauh lebih besar dibandingkan dengan panjang penyaluran yang digunakan dalam penelitian ini yang hanya sebesar 100 mm, 150 mm, 200 mm dan 250 mm.

Dari nilai panjang penyaluran tersebut dapat memberikan nilai beban lekat teoritik minimum sebesar 23.206,64 N, nilai ini masih lebih kecil jika dibandingkan dengan beban leleh rata-rata baja tulangan. Akan tetapi untuk nilai beban lekat teoritik maksimum didapatkan nilai sebesar 38.758,73 N, nilai beban ini lebih besar dari beban leleh rata-rata baja tulangan ulir saat pengujian kuat tarik baja tulangan sebesar 29.166,67 N.

Maka dapat disimpulkan bahwa panjang penyaluran yang disyaratkan dalam SKSNI 03-2847-2002 pasal 14 ayat 2 secara analisis dapat memberikan nilai beban hingga tercapainya tegangan leleh pada baja tulangan ulir.

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan hasil analisa data penelitian pengaruh panjang penyaluran baja tulangan pada beton terhadap kuat lekatnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada kedua jenis baja tulangan, nilai beban lekat meningkat seiring semakin dalamnya panjang penyaluran, karena semakin luasnya permukaan baja tulangan yang diselimuti beton. Sehingga semakin dalam panjang penyaluran, semakin besar beban yang dibutuhkan agar terjadi selip pada lekatan antara tulangan dengan beton.
2. Pada baja tulangan ulir, nilai beban lekat maksimum yang mengakibatkan baja tulangan tercabut pada saat pengujian mempunyai nilai lebih besar daripada nilai beban lekat teoritik minimum maupun maksimum pada setiap variasi kedalamannya. Sedangkan pada baja tulangan polos, beban lekat maksimum dari hasil pengujiannya mempunyai nilai lebih besar daripada nilai beban lekat teoritik minimum tetapi lebih kecil dari beban lekat teoritik maksimum pada setiap variasi kedalamannya.
3. Nilai beban lekat serta tegangan lekat rata-rata yang dihasilkan baja tulangan ulir, nilainya lebih besar jika dibandingkan dengan nilai beban lekat rata-rata yang dihasilkan oleh baja tulangan polos. Tetapi tegangan lekat yang dihasilkan oleh baja tulangan sejenis, besarnya relatif sama meskipun dengan variasi panjang penyaluran yang berbeda. Hal ini dikarenakan besarnya beban lekat yang terjadi berbanding lurus dengan luas permukaan baja yang tertanam dalam beton.
4. Berdasarkan data-data pengujian dapat disimpulkan bahwa dengan variasi panjang penyaluran dan dengan benda uji yang digunakan dalam penelitian ini, tidak didapatkan nilai panjang penyaluran optimum yang diperlukan untuk dapat mengembangkan baja tulangan hingga mencapai tegangan leleh. Sehingga pada saat pengujian hanya beton yang mengalami kerusakan sedangkan baja tulangan tetap utuh.
5. Panjang penyaluran yang disyaratkan dalam SKSNI 03-2847-2002 pasal 14.2 ayat 2, memberikan nilai panjang penyaluran lebih besar 2 kali hingga 4 kali jika dibandingkan dengan variasi nilai panjang penyaluran yang digunakan dalam penelitian. Nilai panjang penyaluran yang syaratkan ini sangat memungkinkan untuk dapat mengembangkan baja tulangan hingga mengalami tegangan leleh.

### Saran

Untuk kesempurnaan dalam penelitian selanjutnya, dengan ini peneliti mengharapkan :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang panjang penyaluran baja tulangan dengan memperhitungkan spasi bersih baja tulangan yang disalurkan, selimut beton serta jumlah sengkang yang diperlukan di sepanjang penyaluran baja tu-

langan, agar mendapat nilai panjang penyaluran yang optimal.

2. Sebaiknya penggunaan baja tulangan ulir untuk struktur beton bertulang diiringi dengan penggunaan jumlah tulangan sengkang yang cukup, agar dapat mengoptimalkan fungsi dari bentuk uliran baja tulangan tersebut.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi panjang penyaluran yang lebih banyak agar memperoleh hasil yang lebih valid.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan nilai mutu beton yang lebih tinggi agar memperoleh hasil yang lebih optimal.
5. Perlu dilakukan penelitian kuat lekat beton dan baja tulangan ulir dengan beton selain beton normal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (SKSNI) 03-2847-2002 *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*.
- Badan Standarisasi Nasional. (SKSNI) T-15-2002-03 *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.
- Dispohusodo, Istimawan. 1999. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta : Gramedia.
- Emiliano, Riki. 2008. "Tinjauan Tegangan Lekat Baja Tulangan Ulir Dengan Berbagai Variasi Diameter dan Panjang Penyaluran Dengan Bahan Perikat Sikadur ® 31 CF Terhadap Beton Normal". Yogyakarta. Universitas Negeri Islam.
- Mandasari, Ratna. 2009. "Pengaruh Bentuk Uliran Baja Tulangan Terhadap Kuat Lekat Antara Beton dan Baja Tulangan". Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.
- Mulyono Tri, 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Nawy, E.G., 1990, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung : Eresco.
- Sutikno. 2003. *Panduan Praktek Beton*. Universitas Negeri Surabaya.
- Tim Penyusun, 2006. *Pedoman Penulisan dan Ujian Skripsi*. Universitas Negeri Surabaya.
- Vis W.C and Kusuma Gideon, 1990, *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Jakarta : Erlangga.
- Wang, C.K. and Salmon, C.G., (alih bahasa : Binsar Hariandja), 1993, *Desain Beton Bertulang*. Jakarta : Erlangga.